

PCT

WELTOORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ :	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/19094
F03D 7/04, 7/02, H02P 9/04		(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 6. April 2000 (06.04.00)

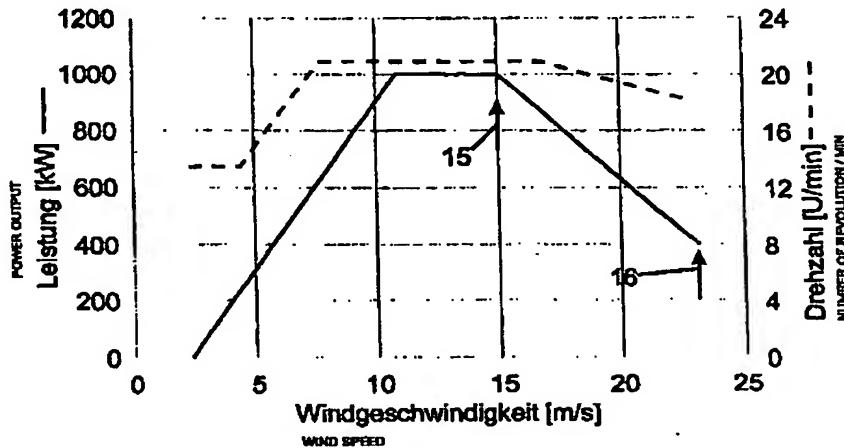
(21) Internationales Aktenzeichen:	PCT/EP99/07142	(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CP, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
(22) Internationales Anmeldedatum:	25. September 1999 (25.09.99)	
(30) Prioritätsdaten:	198 44 258.0 26. September 1998 (26.09.98) DE	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):	DEWIND TECHNIK GMBH [DE/DE]; Seelandstrasse 9, D-23569 Lübeck (DE).	
(72) Erfinder; und		Veröffentlicht
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US):	SCHIPPmann, Hugo, L. [DE/DE]; Huxstrasse 107, D-23552 Lübeck (DE).	Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.
(74) Anwalt:	VONNEMANN & PARTNER; An der Alster 84, D-20099 Hamburg (DE).	

(54) Titel: CONTROL LOGIC FOR A WIND ENERGY SYSTEM

(54) Bezeichnung: STEUERLOGIK FÜR EINE WINDENERGIEANLAGE

(57) Abstract

The invention relates to wind energy system comprising a rotor (3) which can be wind-driven and which comprises adjustable rotor blades (4). The wind energy system also comprises a generator which is directly or indirectly connected to the rotor and which is provided for generating electrical energy. The generator can output power with a variable rotational speed of the rotor. A management system is also provided which is designed to regulate the rotational speed of the rotor within a predetermined wind speed range by adjusting the rotor blade angle, and which can shut down the operation of the system when a shut-down speed is exceeded. According to the invention, a wind energy system can be economically manufactured in an advantageous manner while using fewer materials and accruing lower energy costs if the management system is designed to regulate downward the rotational speed of the rotor and the power output by adjusting the rotor blade angle within a range between a predetermined limiting speed and the shut-down speed.



(57) Zusammenfassung

Eine Windenergieanlage mit einem vom Wind antreibbaren Rotor (3) mit verstellbaren Rotorblättern (4), einen mit dem Rotor direkt oder indirekt verbundem Generator zur Erzeugung elektrischer Energie, wobei die Leistungsabgabe des Generators bei variabler Rotordrehzahl möglich ist, und einem Betriebsführungssystem, das innerhalb eines vorgegebenen Windgeschwindigkeitsbereichs die Rotordrehzahl unter Verstellen der Rotorblattwinkel regelt und dem Betrieb der Anlage oberhalb einer Abschaltgeschwindigkeit abschaltend ausgebildet ist, kann unter Einsparung von Material- und Energiekosten vorteilhaft kostengünstig hergestellt werden, wenn das Betriebsführungssystem die Rotordrehzahl und die Leistungsabgabe unter Verstellen der Rotorblattwinkel in einem Bereich zwischen einer vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit und der Abschaltgeschwindigkeit herunterregelnd ausgebildet ist.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäß dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Ostreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Geben	LV	Lettland	SZ	Swarzland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Turkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Ireland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

STEUERLOGIK FÜR EINE WINDENERGIEANLAGE

5

Die Erfindung betrifft eine Windenergieanlage mit einem vom Wind antreibbaren Rotor mit winkelverstellbaren Rotorblättern, einem mit dem Rotor direkt oder indirekt verbundenem Generator zur 10 Erzeugung elektrischer Energie, wobei die Leistungsabgabe des Generators bei variabler Rotordrehzahl möglich ist, und einem Betriebsführungssystem, das innerhalb eines vorgegebenen Windgeschwindigkeitsbereichs die 15 Rotordrehzahl unter Verstellen der Rotorblattwinkel regelnd und den Betrieb der Anlage oberhalb einer Abschaltgeschwindigkeit abschaltend ausgebildet ist.

Eine derartige Windenergieanlage ist beispielsweise aus der WO 93/11604 bekannt. Solche 20 Windenergieanlagen, die mit variabler Rotordrehzahl und variablen Rotorblattwinkeln arbeiten, erwirtschaften mehr elektrische Energie als Anlagen, die mit einer einzigen festen Rotordrehzahl und fest vorgegebenen Rotorblattwinkeln arbeiten. 25 Üblicherweise arbeitet man mit variabler Drehzahl im Bereich sehr geringer Windgeschwindigkeiten, wobei die Rotorblätter einen großen Winkel gegenüber dem einfallenden Wind einnehmen, der nur wenig kleiner ist als 90 Grad. Dieser Rotorblattwinkel wird bei 30 zunehmenden Windgeschwindigkeiten zunächst nicht verändert, bis die Windgeschwindigkeit ausreicht, um den Rotor mit Nenndrehzahl zu drehen, wobei die Windenergieanlage ihre Nennleistung abgibt. Die 35 Leistungsabgabe nimmt also ausgehend von einer sehr kleinen Leistung bei einer Mindestwindgeschwindigkeit

zusammen mit der Rotordrehzahl zu, bis die Nennleistung erreicht ist. Bei weiter zunehmender Windgeschwindigkeit wird nunmehr die Nennleistung und die Nenndrehzahl möglichst konstant gehalten, indem

5 die Rotorblätter immer weiter in Windrichtung verstellt werden, bis die Windgeschwindigkeit über eine Abschaltgeschwindigkeit ansteigt. Hier wird die Windenergieanlage abgeschaltet, indem die Rotorblätter vollkommen in Windrichtung gedreht

10 werden, so daß die Rotorblattwinkel gegenüber der Windrichtung etwa null Grad betragen. Dadurch wird der Rotor abgebremst. Die Abschaltung bei sehr hohen Windgeschwindigkeiten ist notwendig, weil die Belastung der Windenergieanlage im Betrieb bei

15 Starkwind, insbesondere bei Böen, so groß werden kann, daß Beschädigungen auftreten.

Bei bekannten Windenergieanlagen wird die Rotordrehzahl bis zum Erreichen der Abschaltgeschwindigkeit konstant geregelt, wobei die Nennleistung abgegeben wird. Bei Überschreiten der Abschaltgeschwindigkeit wird die Rotordrehzahl durch Verstellen der Rotorblattwinkel in Fahnenstellung auf Null heruntergeregt. Dabei müssen diese Windenergieanlagen selbstverständlich so stark dimensioniert werden, daß sie bis zum Erreichen der Abschaltwindgeschwindigkeit noch mit Nennleistung und Nenndrehzahl betrieben werden können.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Windenergieanlage der eingangs genannten Art anzugeben, die schwächer dimensioniert sein kann und in der Herstellung kostengünstiger ist.

Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, daß das Betriebsführungssystem die Rotordrehzahl und die Leistungsabgabe unter Verstellen der Rotorblattwinkel in einem Bereich zwischen einer vorgegebenen

Grenzgeschwindigkeit und der Abschaltgeschwindigkeit herunterregelnd ausgebildet ist. Aufgrund der erfindungsgemäßen Regelung wird die Belastung der Windenergieanlage bei Windgeschwindigkeiten oberhalb 5 der Grenzgeschwindigkeit in etwa konstant gehalten oder sogar verringert, so daß die Dimensionierung der Windenergieanlage nicht auf die relativ hohe Abschaltgeschwindigkeit sondern nur auf die relativ geringe Grenzgeschwindigkeit abgestimmt werden muß.

10 Die schwächer dimensionierte Windenergieanlage kann unter erheblicher Material- und Energieeinsparung sehr viel kostengünstiger gefertigt werden als bekannte Windenergieanlagen. Dabei ist der Verlust an gewonnener elektrischer Energie aufgrund der im 15 Bereich zwischen Grenzgeschwindigkeit und Abschaltgeschwindigkeit reduzierten Leistungsabgabe vernachlässigbar klein, denn Windgeschwindigkeiten in diesem Bereich kommen bei mitteleuropäischen Standorten relativ selten vor, so daß die 20 erfindungsgemäße Windenergieanlage im Jahresmittel kaum weniger Energie produziert als die bekannten Anlagen.

Um eine optimale Energieausbeute bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten zu erhalten, wird 25 vorgeschlagen, daß das Betriebsführungssystem bei ausreichenden Windgeschwindigkeiten unterhalb der vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit die Leistungsabgabe im wesentlichen auf den Wert der Nennleistung der Anlage regelnd ausgebildet ist. In diesem 30 Windgeschwindigkeitsbereich ist die Belastung der Windenergieanlage noch relativ gering, so daß die Leistungsabgabe bedenkenlos bis zur höchsten Dauerleistung geregelt werden kann.

In Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß 35 das Betriebsführungssystem die Leistungsabgabe

ausgehend von der Nennleistung mit zunehmender Windgeschwindigkeit oberhalb der vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit bis zur Abschaltgeschwindigkeit stetig abnehmend herunterregelnd ausgebildet ist.

5 Durch diese Maßnahme wird eine höchstmögliche Leistungsabgabe gewährleistet, ohne daß die höchstzulässige mechanische Belastung der Windenergieanlage überschritten wird. Insbesondere kann die Regelung so ausgebildet sein, daß die 10 mechanische Belastung bei jeder Windgeschwindigkeit innerhalb des genannten Geschwindigkeitsbereichs konstant bleibt.

In erster Näherung kann die mit der Windgeschwindigkeit zunehmende Belastung durch eine proportionale Abnahme der Rotordrehzahl ausgeglichen werden, so daß die Gesamtbelastung im wesentlichen konstant bleibt. Eine einfache Ausführungsform der Erfindung besteht daher in der Maßnahme, daß das Betriebsführungssystem die Leistungsabgabe und die 20 Rotordrehzahl unterhalb der vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit, soweit möglich, konstant auf die Nennleistung / Nenndrehzahl und oberhalb der Grenzgeschwindigkeit bis zur Abschaltgeschwindigkeit im wesentlichen linear abnehmend regelnd ausgebildet 25 ist. Mit dieser sehr einfachen Regelungsstrategie kann bei gegebener Belastbarkeit der Windenergieanlage ein Optimum an elektrischer Energie erwirtschaftet werden.

In einer bevorzugten Ausgestaltungsform der Erfindung 30 ist vorgesehen, daß das Betriebsführungssystem die Leistungsabgabe bei der Abschaltgeschwindigkeit auf etwa 40% der Nennleistung regelnd ausgebildet ist. Bei dieser Regelung wird bis zum Erreichen der Abschaltgeschwindigkeit noch relativ viel elektrische 35 Energie erwirtschaftet. Bei der üblichen Baugröße von

Windenergieanlagen mit elektrischen Nennleistungen von etwa 1 Megawatt erhält man einen besonders wirtschaftlichen Betrieb, wenn das Betriebsführungssystem die Leistungsabgabe im Windgeschwindigkeitsbereich von etwa 11,5 m/sec bis etwa 16 m/sec auf die Nennleistung regelnd ausgebildet ist. Bei derartigen Windenergieanlagen kann die Dimensionierung vorteilhaft gering gewählt werden, wenn die Grenzgeschwindigkeit etwa 16 m/sec und die Abschaltgeschwindigkeit etwa 23 m/sec beträgt.

Gegenstand der Erfindung ist auch ein Verfahren zur Regelung der Leistungsabgabe einer Windenergieanlage gemäß der obigen Beschreibung.

15 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Die Figuren zeigen im einzelnen:

Figur 1: eine Draufsicht auf eine Windenergieanlage;

20 Figur 2: ein winkelverstellbares Rotorblatt im Schnitt;

Figur 3: eine schematische Darstellung der Funktionsweise der Windenergieanlage;

25 Figur 4: ein Diagramm mit den erfindungsgemäß geregelten Verläufen von Rotordrehzahl und abgegebener Leistung in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit.

Die dargestellte erfindungsgemäße Windenergieanlage weist einen im Erdboden (1) verankerten Mast (2) und einen an der Oberseite des Mastes (2) montierten Rotor (3) mit drei Rotorblättern (4) auf. Wie in Figur 2 gezeigt, sind die Rotorblattwinkel (5)

gegenüber der Windrichtung (6) verstellbar ausgebildet. Wie man in der schematischen Darstellung von Figur 3 erkennt ist der Rotor (3) über ein Getriebe (7) mit einem elektrischen 5 Asynchrongenerator (8) mechanisch verbunden. Der Ständer (9) des Generators (8) ist elektrisch mit dem Netz (11) verbunden. Dabei sind Netzfrequenz und im Ständer erzeugte Frequenz miteinander synchronisiert. Der Läufer (10) des Generators (8) wird über die 10 Leitungen (12) von einem Frequenzumrichter (13) elektrisch versorgt, welcher seinerseits mit den Leitungen (14) zwischen Ständer (9) und Netz (11) in Verbindung steht. Mit Hilfe der vom Frequenzumrichter (13) erzeugten frequenzvariablen Läuferströme kann im 15 Läufer (10) trotz variabler Rotorgeschwindigkeit ein mit der Netzfrequenz rotierendes Drehfeld erzeugt werden, wobei die Frequenz der im Ständer (9) erzeugten Ströme mit der Netzfrequenz synchronisiert werden. Damit ist die Leistungsabgabe des Generators 20 (8) bei variabler Rotordrehzahl möglich.

Die vom Generator (8) in das Netz (11) angegebene Leistung, die Rotordrehzahl und die Einstellung der Rotorblattwinkel werden von einem nicht gezeigten Betriebsführungssystem überwacht und geregelt. Figur 25 4 zeigt den erfundungsgemäßen Regelungsverlauf der abgegebenen Leistung und der Rotordrehzahl in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit.

Der Betrieb der Windenergieanlage wird gestartet, sobald eine Mindestwindgeschwindigkeit von 2,5 m/sec 30 oder mehr auftritt, wobei eine Rotordrehzahl von 14 Umdrehungen pro Minute erreicht wird. Bei zunehmender Windgeschwindigkeit steigert sich die Rotordrehzahl, bis die Nenndrehzahl von etwa 21 Umdrehungen pro 35 Minute erreicht ist. Dies ist ungefähr bei einer Windgeschwindigkeit von 7,5 m/sec der Fall. In dem

Bereich variabler Rotorgeschwindigkeit werden die Rotorblattwinkel (5) sehr steil eingestellt, so daß sie etwa 70 Grad bis 80 Grad gegenüber der Windrichtung (6) betragen.

- 5 Bei höheren Windgeschwindigkeiten als 7,5 m/sec werden die Rotorblattwinkel kleiner eingestellt, so daß die Rotordrehzahl konstant bei ca. 21 m/sec bleibt. Dabei regelt das Betriebsführungssystem Frequenz und Stärke der dem Läufer (10) des
- 10 Generators (8) aufgeprägten Ströme derart, daß die vom Generator (8) an das Netz (11) abgegebene Leistung stetig zunimmt. Ab einer Windgeschwindigkeit von ca. 11,5 m/sec wird die Nennleistung von einem Megawatt erreicht. Die Nennleistung darf auf die
- 15 Dauer nicht überschritten werden, deshalb ist das Betriebsführungssystem so ausgebildet, daß die abgegebene Leistung konstant auf Nennleistung gehalten wird, wobei die Rotorblattwinkel (5) derart geregelt werden, daß auch die Rotordrehzahl
- 20 weitgehend konstant auf der Nenndrehzahl von ungefähr 21 Umdrehungen pro Minute gehalten wird.

Wenn die Windgeschwindigkeit eine im Betriebsführungssystem vorgegebene Grenzgeschwindigkeit (15) überschreitet, die bei der vorliegenden Windenergieanlage bei 16 m/sec liegt, geht das Betriebsführungssystem dazu über, die Leistungsabgabe herunterzuregeln, um die mechanische Belastung der Windenergieanlage, insbesondere des Mastes (2), der Rotorblätter (4), des Getriebes (7) und des Generators (8) zu begrenzen. Aufgrund der Begrenzung der Belastung können die genannten und gegebenenfalls auch weitere Komponenten der Windenergieanlage deutlich schwächer dimensioniert werden als bei Anlagen die bis zur

Abschaltgeschwindigkeit (16) mit der Nennleistung gefahren werden.

Ausgehend von der Nennleistung regelt das Betriebsführungssystem nun die Leistungsabgabe mit zunehmender Windgeschwindigkeit oberhalb der vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit (15) bis zur Abschaltgeschwindigkeit (16) linear herunter, wobei kurz vor Erreichen der Abschaltgeschwindigkeit (16) noch eine Leistungsabgabe von 400 kW erfolgen kann.

Die Rotordrehzahl wird in dem Bereich zwischen der Grenzgeschwindigkeit (15) und der Abschaltgeschwindigkeit (16) von der Nenndrehzahl auf 18 Umdrehungen pro Minute heruntergeregt, indem die Rotorblattwinkel (5) vom Betriebsführungssystem immer kleiner eingestellt werden, wobei die Ebenen der Rotorblätter immer mehr in Richtung Windgeschwindigkeit ausgerichtet werden. Die Abschaltwindgeschwindigkeit beträgt im vorliegenden Fall 23 m/sec. Hier werden die Rotorblätter wie ganz rechts in Figur 2 gezeigt in Fahnenstellung gebracht, wobei die Rotorblätter (4) in Windrichtung (6) ausgerichtet sind (Rotorblattwinkel 5 = 0°). Dadurch kommt der Rotor (3) zum Stehen und die Windenergieanlage kann abgeschaltet werden.

Bezugszeichenliste

- 1 Erdboden
- 2 Mast
- 3 Rotor
- 5 4 Rotorblatt
- 5 Rotorblattwinkel
- 6 Windrichtung
- 7 Getriebe
- 8 Asynchrongenerator
- 10 9 Ständer
- 10 Läufer
- 11 Netz
- 12 Leitungen
- 13 Frequenzumrichter
- 15 14 Leitungen
- 15 Grenzgeschwindigkeit
- 16 Abschaltgeschwindigkeit

5

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Windenergieanlage mit einem vom Wind antreibbaren Rotor (3) mit winkelverstellbaren Rotorblättern (4), einem mit dem Rotor (3) direkt oder indirekt verbundenem Generator (8) zur Erzeugung elektrischer Energie, wobei die Leistungsabgabe des Generators (8) bei variabler Rotordrehzahl möglich ist, und einem Betriebsführungssystem, das innerhalb eines vorgegebenen Windgeschwindigkeitsbereichs die Rotordrehzahl unter Verstellen der Rotorblattwinkel (5) regelnd und den Betrieb der Anlage oberhalb einer Abschaltgeschwindigkeit (16) abschaltend ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Betriebsführungssystem die Rotordrehzahl und die Leistungsabgabe unter Verstellen der Rotorblattwinkel (5) in einem Bereich zwischen einer vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit (15) und der Abschaltgeschwindigkeit (16) herunterregelnd ausgebildet ist.
2. Windenergieanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Betriebsführungssystem bei ausreichenden Windgeschwindigkeiten unterhalb der vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit (15) die Leistungsabgabe im wesentlichen auf den Wert der Nennleistung der Anlage regelnd ausgebildet ist.
3. Windenergieanlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das

Betriebsführungssystem die Leistungsabgabe ausgehend von der Nennleistung mit zunehmender Windgeschwindigkeit oberhalb der vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit (15) bis zur

5 Abschaltgeschwindigkeit (16) stetig abnehmend herunterregelnd ausgebildet ist.

4. Windenergieanlage nach Anspruch 3, da durch gekennzeichnet, daß das Betriebsführungssystem die Leistungsabgabe und die Rotordrehzahl unterhalb der vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit (15), soweit möglich, konstant auf die Nennleistung / Nenndrehzahl und oberhalb der Grenzgeschwindigkeit (15) bis zur Abschaltgeschwindigkeit (16) im wesentlichen

10 linear abnehmend regelnd ausgebildet ist.

15 5. Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Betriebsführungssystem die Leistungsabgabe bei der Abschaltgeschwindigkeit (16) auf etwa 40% der Nennleistung regelnd ausgebildet ist.

20 6. Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Betriebsführungssystem die Leistungsabgabe im Windgeschwindigkeitsbereich von etwa 11,5 m/sec bis etwa 16 m/sec auf die Nennleistung regelnd ausgebildet ist.

25 7. Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzgeschwindigkeit (15) etwa 16 m/sec beträgt.

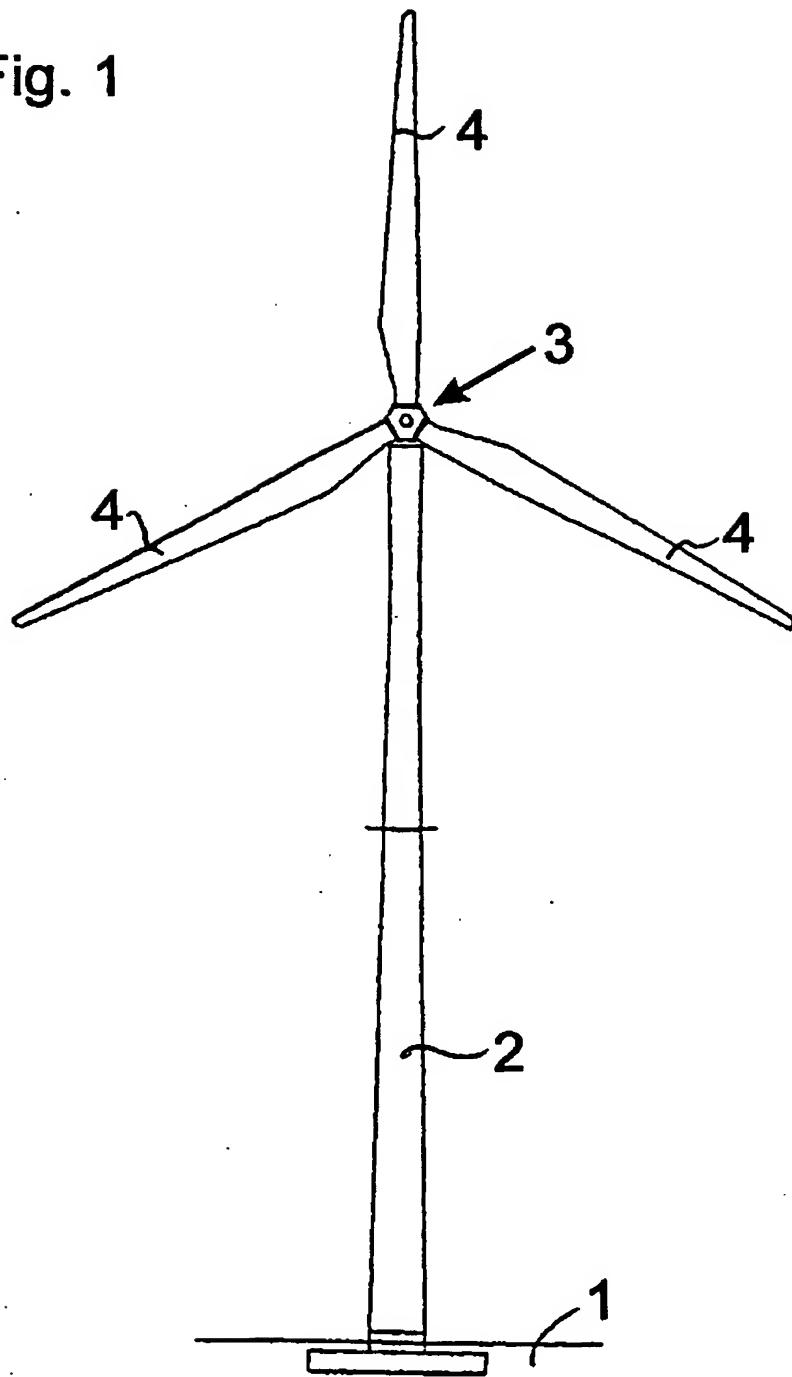
8. Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschaltgeschwindigkeit (16) etwa 23 m/sec beträgt.
- 5 9. Verfahren zur Regelung der Leistungsabgabe einer Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotordrehzahl und die Leistungsabgabe unter Verstellen der Rotorblattwinkel (5) in einem Bereich zwischen einer vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit (15) und einer Abschaltgeschwindigkeit (16) heruntergeregt wird.
- 10 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß bei ausreichenden Windgeschwindigkeiten unterhalb der vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit (15) die Leistungsabgabe im wesentlichen auf den Wert der Nennleistung geregelt wird.
- 15 11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistungsabgabe ausgehend von der Nennleistung mit zunehmender Windgeschwindigkeit oberhalb der vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit (15) bis zur Abschaltgeschwindigkeit (16) stetig abnehmend heruntergeregt wird.
- 20 12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistungsabgabe und die Rotordrehzahl unterhalb der vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit, soweit möglich, konstant auf die Nennleistung / Nenndrehzahl und oberhalb der Grenzgeschwindigkeit (15) bis zur
- 25
- 30

Abschaltgeschwindigkeit (16) im wesentlichen linear abnehmend geregelt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9-12, da - durch gekennzeichnet, daß die Leistungsabgabe bei der Abschaltgeschwindigkeit (16) auf etwa 40% der Nennleistung geregelt wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9-13, da - durch gekennzeichnet, daß die Leistungsabgabe im Windgeschwindigkeitsbereich von etwa 11,5 m/sec bis etwa 16 m/sec auf die Nennleistung geregelt wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 9-14, da - durch gekennzeichnet, daß die Grenzgeschwindigkeit (15) etwa 16 m/sec beträgt.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 9-15, da - durch gekennzeichnet, daß die Abschaltgeschwindigkeit (16) etwa 23 m/sec beträgt.

1 / 3

Fig. 1



2 / 3

Fig. 2

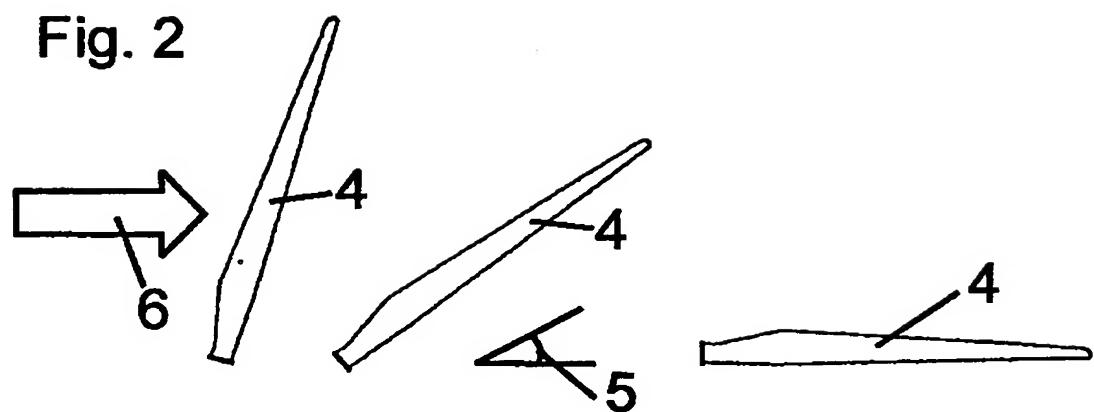
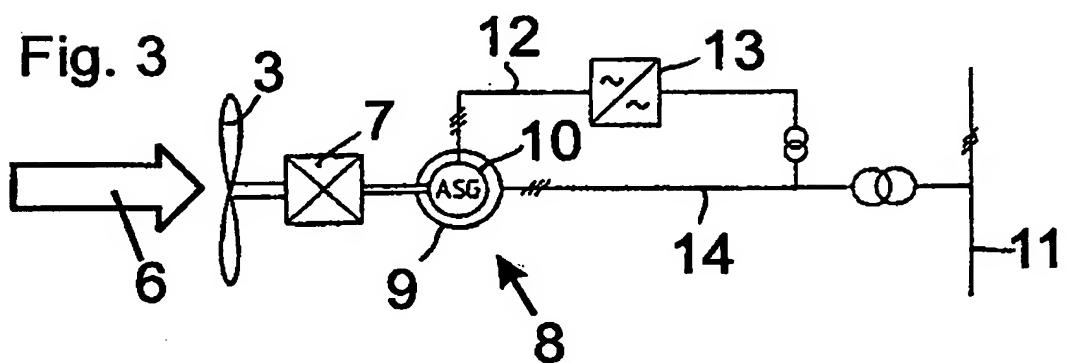


Fig. 3



3 / 3

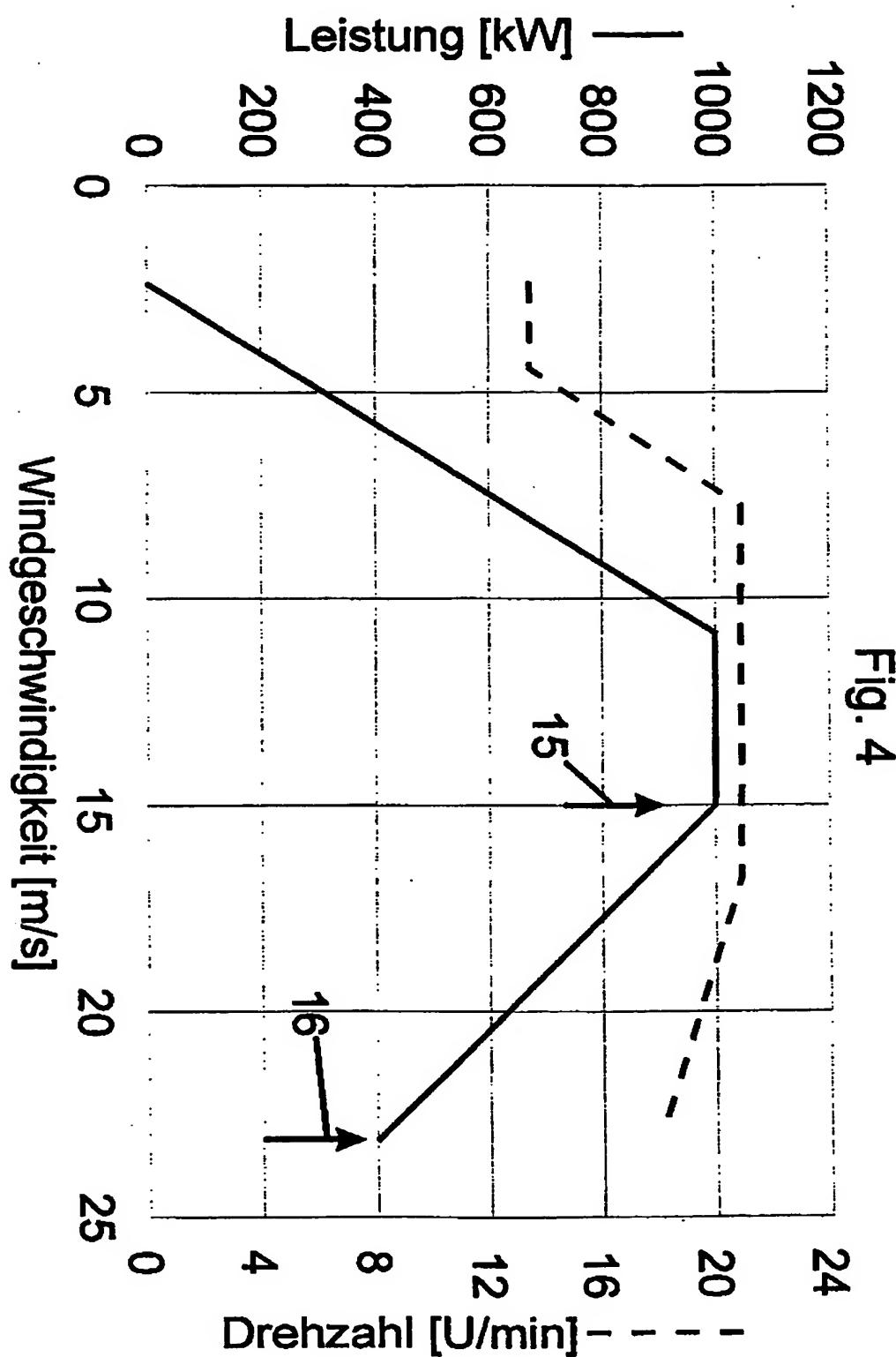


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No
PCT/EP 99/07142

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 F03D7/04 F03D7/02 H02P9/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 7 F03D H02P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 195 32 409 A (WOBBEN ALOYS) 6 March 1997 (1997-03-06) abstract column 3, line 12 – line 45; figure 1	1-16
A	LEITHEAD W E ET AL: "ROLE AND OBJECTIVES OF CONTROL FOR WIND TURBINES", IEE PROCEEDINGS C. GENERATION, TRANSMISSION, DISTRIBUTION, GB, INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS. STEVENAGE, VOL. 138, NR. 2 PART C, PAGE(S) 135-148, STEVENAGE,HERTS, GB XP000219783 ISSN: 1350-2360 Pages 145-146, "Variable Speed Turbines"	1,9
A	FR 1 065 816 A (NEYRPIC) 31 May 1954 (1954-05-31) page 2, right-hand column, paragraphs 3,4	1,9

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

*Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "G" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 February 2000

Date of mailing of the international search report

15/02/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentzaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Criado Jimenez, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int'l Application No

PCT/EP 99/07142

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 19532409 A	06-03-1997	WO EP NZ	9709531 A 0847496 A 316943 A	13-03-1997 17-06-1998 25-11-1998
FR 1065816 A	31-05-1954	NONE		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. Aktenzeichen
PCT/EP 99/07142

A. Klassifizierung des Anmeldungsgegenstandes
IPK 7 F03D7/04 F03D7/02 H02P9/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprästoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F03D H02P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprästoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGEGEHENDE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 195 32 409 A (WOBBEN ALOYS) 6. März 1997 (1997-03-06) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 12 - Zeile 45; Abbildung I	1-16
A	LEITHEAD W E ET AL: "ROLE AND OBJECTIVES OF CONTROL FOR WIND TURBINES", IEE PROCEEDINGS C. GENERATION, TRANSMISSION, DISTRIBUTION, GB, INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS, STEVENAGE, VOL. 138, NR. 2 PART C, PAGE(S) 135-148, STEVENAGE, HERTS, GB XP000219783 ISSN: 1350-2360 Seiten 145-146, "Variable Speed Turbines"	1,9
A	FR 1 065 816 A (NEYRPIC) 31. Mai 1954 (1954-05-31) Seite 2, rechte Spalte, Absätze 3,4	1,9

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonderes Bedeutung anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweckmäßig erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung,

eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

"G" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Abschlußdatum des Internationalen Recherchenberichts

9. Februar 2000

15/02/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.O. Box 5818 Patentamt 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Fax. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Criado Jimenez, F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/07142

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19532409 A	06-03-1997	WO 9709531 A EP 0847496 A NZ 316943 A	13-03-1997 17-06-1998 25-11-1998
FR 1065816 A	31-05-1954	KEINE	